

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Kerstin MOTHES et al.

Application No.: New U.S. Application

Filed: March 30, 2004

Group Art Unit: Unassigned

For: **METHOD FOR FABRICATING A TRENCH
ISOLATION STRUCTURE**

Examiner: Unassigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

MS Patent Application
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

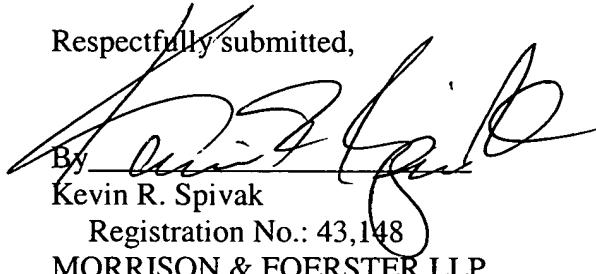
Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

Country	Application No.	Date
Germany	103 14574.5	March 31, 2003

In support of this claim, certified copy of said original foreign application is filed herewith.

Dated: March 30, 2004

Respectfully submitted,


By Kevin R. Spivak
Registration No.: 43,148
MORRISON & FOERSTER LLP
1650 Tysons Blvd, Suite 300
McLean, Virginia 22102
(703) 760-7762 – Telephone No.
(703) 760-7777 – Facsimile No.

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

103 14 574.5

Anmeldetag:

31. März 2003

Anmelder/Inhaber:

Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur

IPC:

H 01 L 21/762

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Zitzenzier", is placed here.

Zitzenzier

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur

5 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur („shallow trench isolation“, STI), wobei mittels einer Maske mindestens ein Graben in einem Substrat hergestellt und anschließend mit einem isolierenden Füllmaterial aufgefüllt wird.

10 Grabenisolationsstrukturen stellen laterale Isolationsstrukturen benachbarter elektrisch aktiver Gebiete dar, die als in einem Halbleitersubstrat geätzte und mit einem elektrisch isolierenden Material gefüllte Gräben ausgebildet sind. Solche Isolationsstrukturen sind notwendig, da aufgrund der hohen Packungsdichte heutiger integrierter Schaltungen (ICs) die Abstände der aktiven Bauelemente auf der Halbleiterscheibe derart gering sind, dass es zu starken gegenseitigen Beeinflussungen dieser Bauelemente kommt. Hierbei können auch

15 parasitäre Bauelemente entstehen, die die Funktion der ursprünglichen Bauelemente stören. Grabenisolationsstrukturen stellen dabei Möglichkeiten zur Trennung der benachbarten elektrisch aktiven Gebiete dar.

20 25 Bisher werden Grabenisolationsstrukturen durch Befüllen von Ausnehmungen bzw. Gräben in Substraten mittels eines HDP-Verfahrens (High Density HDP-Verfahren) hergestellt. Aus S.V. Nguyen, „High-Density Plasma Chemical Vapor Deposition of Silicon-based Dielectric Films for Integrated Circuits“, IBM Journal of Research und Development, Vol. 43, 1/2, 1999 ist ein solches Verfahren zum vollständigen Auffüllen von STI-Isolationsgräben ein HDP-Verfahren zur Abscheidung von undotiertem Siliziumoxid bekannt, welches direkt aus der Gasphase in den Gräben des Substrats abgeschieden wird.

30 35 Die zunehmende Miniaturisierung bzw. die weiter sinkende Strukturgröße, die erfordert, dass Grabenisolationsstrukturen

mit einem steigenden Aspektverhältnis von mehr als 5:1 hergestellt werden müssen, bringt Probleme.

Figur 4 zeigt zur Erläuterung des technischen Hintergrundes eine Grabenisolationsstruktur, welche durch eine herkömmliche Befüllungsmethode mittels des HDP-Verfahrens hergestellt ist. Bei großen Aspektverhältnissen der Gräben 2, die aufgrund der abnehmenden gegenseitigen Abstände zwischen den Bauelementen auf einem Halbleitersubstrat entstehen, erweist sich die Auffüllung 5 der Isolationsgräben 2 jedoch als zunehmend schwierig. Insbesondere treten bei solchen geometrischen Dimensionen (bei einem Aspektverhältnis größer als 4:1) innere Hohlräume 7 (sogenannte „voids“) auf. Das sind Lunker 7, welche bei diesen Randbedingungen bei den Herstellungsprozessen entstehen. Bei auf die Herstellung der Grabenisolationsstruktur folgenden Prozessschritten bei der Fertigung von integrierten Schaltkreisen kann es nun vorkommen, dass solche Lunker 7 geöffnet werden und sich Materialien späterer Prozessschritte darin ungewollt festsetzen und die Funktionalität des Schaltkreises durch dadurch entstehende Kurzschlüsse oder andere physikalische Effekte beschränken oder verhindern. Es kommt zu Ausfällen, was die Herstellung einwandfreier Schaltkreise in der Massenproduktion erheblich behindert und verteuert.

Um solche Lunker 7 zu verhindern werden Auffüllungen zur Herstellung von Grabenisolationsstrukturen mit entsprechend hohem Aspektverhältnis durch mehrere Prozessschritte hergestellt. Dabei wird ein Graben 2 teilweise durch einen HDP-Prozessschritt mit Material 5 gefüllt und dann wieder durch nasschemisches Zurückätzen auf lunkerfreies Material reduziert. Diese Schritte werden wenigstens drei mal wiederholt, bis der Graben 2 zur Herstellung der Grabenisolationsstruktur gefüllt ist. Diese Methode ist sehr aufwendig und verfahrensbedingt teuer.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur zur Verfügung zu

stellen, bei dem keine Lunker bei der Befüllung der Gräben im Substrat entstehen und wiederholte Rückätz-Verfahrensschritte bei der Herstellung der Grabenisolationsstruktur vermieden werden.

5

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur nach Anspruch 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass eine selektive Isolationsmaterialabscheidung zum zumindest teilweisen Auffüllen mindestens eines Grabens, der mittels einer Maske in einem Substrat gebildet wurde, durchgeführt und danach eine weitere Isolationsschicht, z.B. als HDP-Oxidabscheidungsschicht, auf der Substratstruktur aufgebracht wird. Durch das selektive Vorfüllen der Gräben mit einem selektiven Isolationsmaterial in Gegenwart der Maske wird ein verfrühtes Zuwachsen des Grabens im oberen Bereich vermieden.

Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung sind das Substrat aus Silizium, die Maske aus Siliziumnitrid und das erste und zweite Isolationsmaterial aus Siliziumoxid.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird nach der selektiven Abscheidung ein Temperschritt zum Verdichten des ersten Isolationsmaterials durchgeführt.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird das Aufbringen des zweiten Isolationsmaterials durch einen HDP-Prozess („High Density Plasma“-Prozess) vorzugsweise im gleichen Prozesstool durchgeführt.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird das zweite Isolationsmaterial durch chemisch-mechanisches Polieren (CMP) auf der Maske planarisiert.

35

Nachfolgend wird eine Ausführungsform der Erfindung anhand der Zeichnungen erläutert.

Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung von mittels einer Maske gebildeten Gräben mit hohem Aspektverhältnis in einem Substrat;

Fig. 2 eine teilweise selektive Vorfüllung der Gräben mit einem Oxidabscheidungsmaterial;

Fig. 3 ein Vorsehen einer HDP-Oxidabscheidungsschicht auf der gesamten bisher erzeugten Struktur; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung von einer durch herkömmliche Verfahren hergestellte Grabenisolationsstruktur mit verfahrenstechnisch bedingten störenden Lunkern.

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktionsgleiche Elemente.

Figur 1 illustriert ein Substrat 1 aus beispielsweise Silizium, in welchem mittels einer Maske 2, vorzugsweise bestehend aus Siliziumnitrid, Gräben 2 zur Vorfüllung mit amorphem Siliziumoxid vorbereitet sind, damit eine Grabenisolationsstruktur hergestellt werden kann. Die Gräben 2 weisen bei dieser Ausführungsform ein Aspektverhältnis, d.h. ein Verhältnis der Höhe eines Grabens zu seiner Breite, von mehr als 5:1 (> 5,0) auf.

Anschließend werden, wie in Figur 2 dargestellt ist, die Gräben 2 mit einem Oxidabscheidungsmaterial 5 selektiv vorgefüllt. Dabei wird selektiv das Oxidabscheidungsmaterial 5 lediglich in den Gräben 2 auf dem Silizium des Substrats 1 aufgewachsen, jedoch nicht auf dem Nitrid der Maske 3.

Ein solcher selektiver Oxidabscheidungsprozess ist beispielsweise ein Ozon-TEOS-Prozess mit hohem Prozessdruck und hohem Ozongehalt. Dabei wächst nahezu kein Oxid auf der Nitridmaske 3 auf.

5

Als Isolationsmaterial 5 kann neben amorphem Siliziumoxid auch kohlenstoffhaltiges Siliziumoxid („Low-k“-Material) mit einer geringen dielektrischen Konstante verwendet werden.

10 Durch das Vorfüllen bzw. teilweise Befüllen ist das Aspektverhältnis so stark reduziert worden, dass eine weitere Befüllung später in nur einem Arbeitsgang im gleichen Prozess-
tool ermöglicht wird.

15 Gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung kann nach der selektiven Oxidabscheidung eine Oxidabscheidung in den aktiven Bereichen (sogenannte „AA-Oxidabscheidung“) durchgeführt werden. Dadurch wird ein (nicht gezeigtes) AA-Oxid zur Kantenverrundung gebildet und eine Verdichtung des
20 bisher abgeschiedenen selektiven Oxids 5 in den Gräben 2 erreicht.

25 Danach wird, wie in der Figur 3 illustriert ist, vorzugsweise eine HDP-Oxidabscheidungsschicht 6 durch eine Abscheidung von Siliziumoxid mittels eines HDP-Prozesses („High Density Plasma“-Prozess) im gleichen Prozesstool zur Bildung einer sogenannte HDP-Kappe auf der gesamten Isolationsstruktur erzeugt, also durch eine plasmainduzierte Gasphasenabscheidung von Siliziumoxid aus Silan und Sauerstoff bei beispielsweise 400
30 °C.

Vorteilhafterweise wird anschließend die HDP-Oxidabscheidungsschicht 6 bzw. die HDP-Kappe mittels eines chemisch-mechanischen Polierverfahrens, eines sogenannten CMP-Verfahrens, bis auf das Nitrid zurückpoliert.

Danach kann entweder die Nitridmaske 3 für weitere Verfahrensschritte verwendet werden oder ebenfalls mittels eines chemisch-mechanischen Polierverfahrens entfernt werden, wobei die Oxidfüllung ebenfalls bis zur Substratoberfläche planariert wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur mit folgenden Schritten:

5

Bilden einer Maske (3) auf einem Substrat (1);

Bilden mindestens eines Grabens (2) in dem Substrat (1) mittels der Maske (3);

10

Durchführen einer selektiven Abscheidung eines ersten Isolationsmaterials (5) zum zumindest teilweisen Auffüllen des mindestens einen Grabens (2) in dem Substrat (1) mit dem Isolationsmaterials (5) in Gegenwart der Maske (3); und

15

ganzflächiges Aufbringen eines zweiten Isolationsmaterials (6) auf der Struktur zum Auffüllen des mindestens einen Grabens (2) in dem Substrat (1) bis mindestens zur Oberseite der Maske (3).

20

2. Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass das Substrat (1) aus Silizium, die Maske aus Siliziumnitrid und das erste und zweite Isolationsmaterial (5, 6) aus Siliziumoxid sind.

3. Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur nach Anspruch 1 oder 2,

30

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass nach der selektiven Abscheidung ein Temperschritt zum Verdichten des ersten Isolationsmaterials (5) durchgeführt wird.

35

4. Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur nach Anspruch 1, 2 oder 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

dass das Aufbringen des zweiten Isolationsmaterials (6) durch einen HDP-Prozess („High Density Plasma“-Prozess) vorzugsweise im gleichen Prozesstool durchgeführt wird.

- 5 5. Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur nach einem der vorherigen Ansprüche,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
 dass das zweite Isolationsmaterial (6) durch chemisch-mechanisches Polieren (CMP) auf der Maske (3) planarisiert
10 wird.

Zusammenfassung**Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur**

- 5 Die Erfindung schafft ein Verfahren zur Herstellung einer Grabenisolationsstruktur mit folgenden Schritten: Bilden einer Maske (3) auf einem Substrat (1); Bilden mindestens eines Grabens (2) in dem Substrat (1) mittels der Maske (3); Durchführen einer selektiven Abscheidung eines ersten Isolationsmaterials (5) zum zumindest teilweisen Auffüllen des mindestens einen Grabens (2) in dem Substrat (1) mit dem Isolationsmaterials (5) in Gegenwart der Maske (3); und ganzflächiges Aufbringen eines zweiten Isolationsmaterials (6) auf der Struktur zum Auffüllen des mindestens einen Grabens (2) in dem Substrat (1) bis mindestens zur Oberseite der Maske (3).
- 10
- 15

Fig. 3

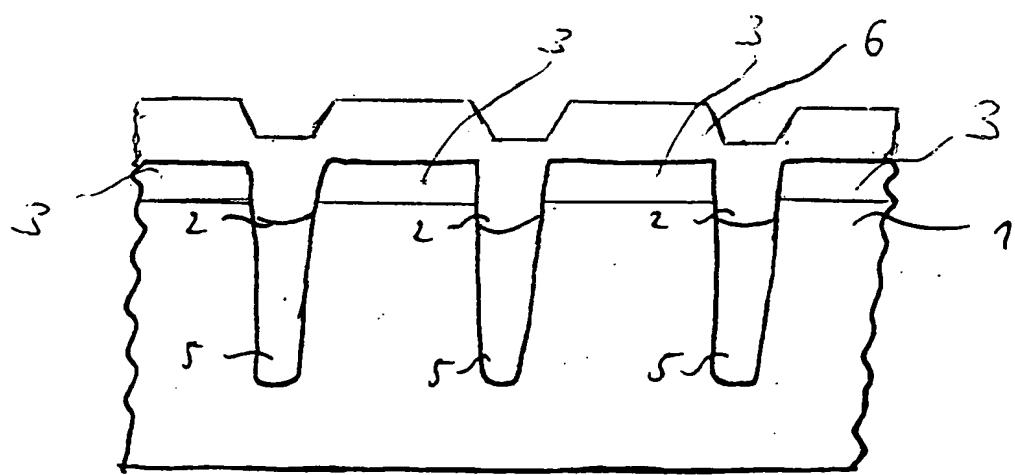


Fig. 3

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----|-----------------|
| 1 | Substrat |
| 2 | Graben |
| 5 3 | Maske |
| 5 | selektives Oxid |
| 6 | HDP-Oxid |
| 7 | Lunker |

1/2

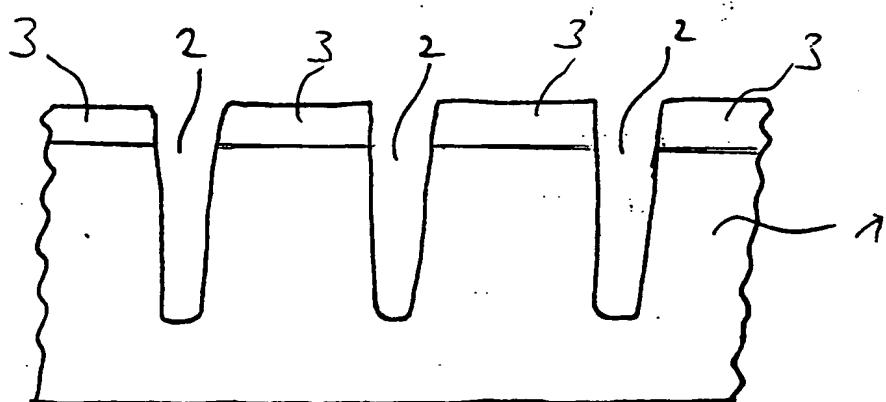


Fig. 1

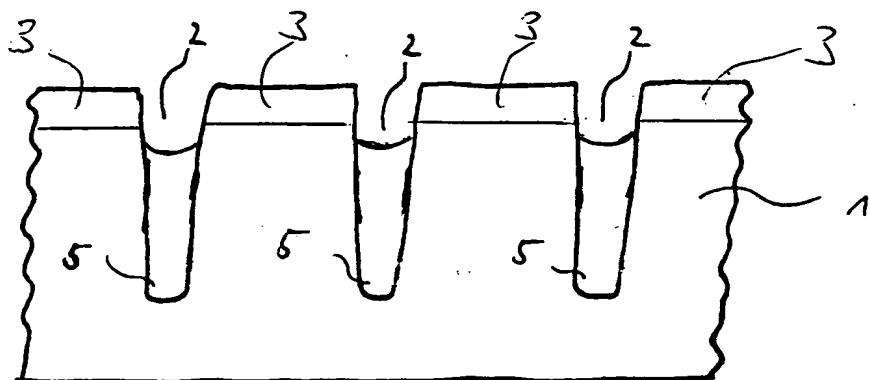


Fig. 2

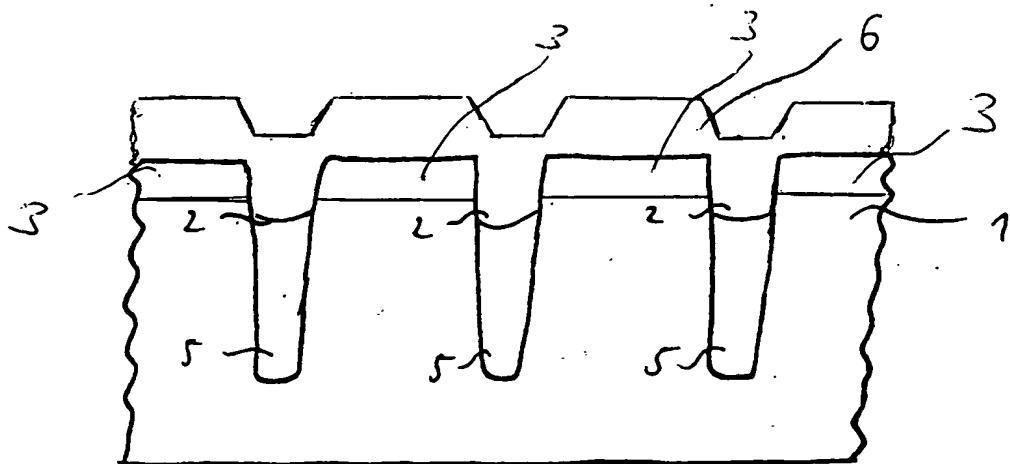


Fig. 3

212

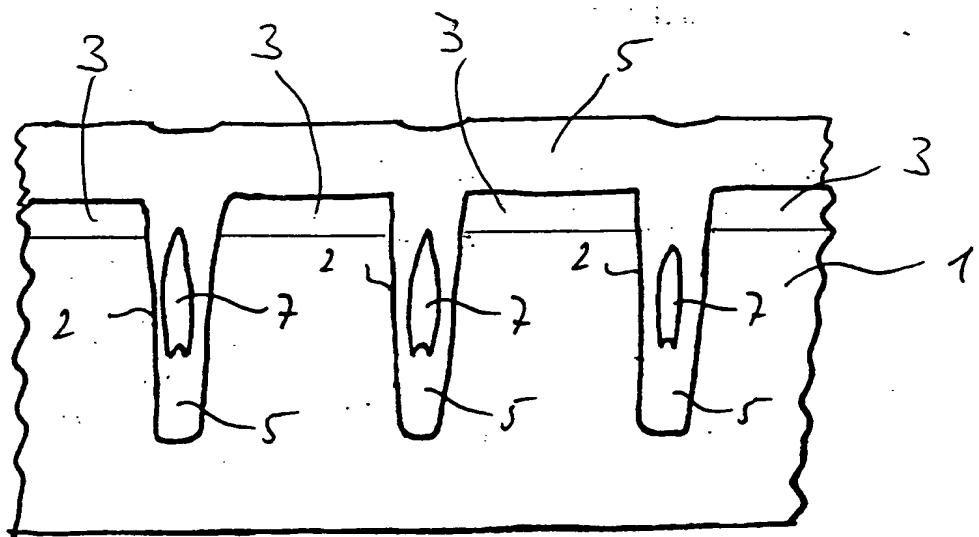


Fig. 4

Stand der Technik